

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-213978

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>

G 06 F 15/18  
15/70

識別記号

4 6 5 A

庁内整理番号

6745-5B  
9071-5B

⑭ 公開 平成2年(1990)8月27日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 時系列情報信号の学習制御装置

⑯ 特 願 平1-34713

⑰ 出 願 平1(1989)2月14日

⑱ 発 明 者 高 敏 明 夫 東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内

⑲ 出 願 人 日本無線株式会社 東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 千葉 剛宏

明 細 書

1. 発明の名称

時系列情報信号の学習制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) バックプロパゲーション型ニューラルネットワークにおいて、

入力および出力層を除く中間層における複数個のニューロンの出力信号を同一のニューロンに帰還せしめる情報処理機能手段と、

学習によるシナプス結合の更新量を示す信号を負帰還増幅器の出力信号として導出する情報処理機能部と、

を具備することを特徴とする時系列情報信号の学習制御装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、動的パターン認識に係る時系列情

時間の変化に伴って  
変化する値

報信号の学習制御装置に関し、一層詳細には、時系列情報信号が入力されるニューラルネットワークの入力および出力層を除く中間層の各ニューロンに自己帰還が形成されると共に、シナプス結合の更新量を示す信号が負帰還増幅器の出力信号として導出されることにより、合成される全ての時系列情報信号の値が、例えば、教師情報信号の値に漸近するように自発的な学習が可能となる時系列情報信号の学習制御装置に関する。

[従来の技術]

学習制御手段においては、ニューラルネットワークが利用されつつある。当該ニューラルネットワークは動的なパターン認識に代表されるランダム問題、あるいはこれらに止まらず推論、学習、記憶、言語等の認知機能をニューロンの情報処理機能に求める、所謂、コネクショニストモデルに基づくものである。

斯かるニューラルネットワークの具現手段と

BEST AVAILABLE COPY

して比較的簡単な情報処理要素、例えば、正および負極性出力信号が導出される増幅用ソリッド素子の単純なプロセッサ、あるいは、光ビームの入出射が可変される受発光素子等を広範に、且つ互いに接続して、これにより、多数同時並行信号処理を行うようになされている。当該多数同時並行信号処理は入力加重付けと、閾値が、帰還（フィードバック）量により変化し、情報目的に合致する最適値、例えば、教師情報信号の値に漸近すべく、前記情報処理要素の相互間の結合、すなわち、入力層、中間層、出力層の階層的ネットワークのパターンや強弱を修正する自己組織化能力を備えたバックプロパゲーション法が有力視される。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

然しながら、上記の従来の技術に係るニューラルネットワークにおいては、正および負極性出力信号が導出される増幅用ソリッド素子の単純なプロセッサ、あるいは、光ビームの入出射

が可変される受発光素子等を広範に互いに接続して、多数同時並行処理を行うものである。その情報信号は一意的に出力側に伝達されるため、各瞬間での情報信号処理のみが可能であり、従って、時系列情報信号の解析を行うには、同時並行処理を行うべく前段階での信号処理の必要性が考究される。さらに斯かる時系列情報信号を教師情報信号に漸近すべく信号処理を行う学習制御装置は現況において見当たらない。

本発明に係る点に鑑みてなされ、ニューラルネットワーク中において、各ニューロンに自己帰還が形成され、過去の時系列情報信号の帰還にかかる重みと現在の時系列情報信号にかかる重みの配分が負帰還増幅器により与えられて、学習且つ蓄積が行われることにより、全ての時系列情報信号によって、例えば、教師情報信号の値等の所望の値に漸近する、すなわち、1つの認識パターンが自発的に形成される時系列情報信号の学習制御装置を提供することを目的とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

前記の課題を解決するために、本発明はバックプロパゲーション型ニューラルネットワークにおいて、入力および出力層を除く中間層における複数のニューロンの出力信号を同一のニューロンに帰還せしめる情報処理機能手段と、学習によるシナプス結合の更新量を示す信号を負帰還増幅器の出力信号として導出する情報処理機能部と、を具備することを特徴とする。

#### 〔作用〕

本発明に係る時系列情報信号の学習制御装置においてはニューラルネットワークの入力および出力層を除く中間層の、各ニューロンに自己帰還が形成され、過去の時系列情報信号の帰還にかかる重みと現在の時系列情報信号にかかる重みの配分が負帰還増幅器により与えられて、学習且つ蓄積が行われることにより、全時系列情報信号によって、例えば、教師情報信号の値等の所望の値に漸近する、すなわち、1つの認

識パターンが自発的に形成される。

#### 〔実施例〕

次に、本発明に係る時系列情報信号の学習制御装置の一実施例を添付の図面を参照しながら以下詳細に説明する。第1図は、本発明に係る時系列情報信号の学習制御装置の一実施例の構成を示し、第2図は、第1図に示される例において、情報処理要素の負帰還増幅器の機能構成を示し、また第3図は、第1図に示される例のニューラルネットを模式的に示したものである。

第1図に示される例は、ある層の特定のニューロンについて示してあり、2個のニューロンが配設されると共に、情報信号 $S_{10}$ 、 $S_{11}$ を送出する前段、例えば、ニューラルネットとしての入力層と接続される入力線12、14が接続されるシナプス結合機能となる荷重乗算部16、18、20と、さらに荷重乗算部16、20と接続され次段に形成されるニューロンのシナプス結合を更新するための負帰還増幅器24、26とを有している。

さらに、荷重乗算部16、18、20からの出力線が接続される全入力に加算部28と、加算部28の出力線が接続されニューロンを示すシグモイド型バッファ30を備え、ここでシグモイド型バッファ30の出力線が前記荷重乗算部20の入力端と接続されると共に、次段、例えば、5個のニューロンが配設されるニューラルネットとしての出力層への伝達線32a乃至32eと接続されている。

このように構成される当該実施例においては、まず、入力線12、14に導出される情報信号 $S_{10}$ 、 $S_{11}$ が荷重乗算部16、18および加算部28を介してシグモイド型バッファ30に供給される。そして、シグモイド型バッファ30から導出される出力信号 $S_{10}$ は、シナプス結合を示す荷重乗算部20を通して入力線12、14に供給された現在の情報信号 $S_{10}$ 、 $S_{11}$ と加算部28にて加算され、再びシグモイド型バッファ30に入力される。このようにしてニューロンであるシグモイド型バッファ30は何らかの出力信号 $S_{10}$ を送出しているが、その出力信号 $S_{10}$ の値が教師情報信号の

値に対して誤差がある場合、荷重乗算部16、18、20の大きさ、すなわち、シナプス結合を変えて誤差を小さくする。その変化量は、夫々のシナプス結合、すなわち、荷重乗算部16、20に接続されている負帰還増幅器24、26の出力信号の値に等しい。

このように作動する負帰還増幅器24、26を第2図を用いて説明する。

当該負帰還増幅器24、26は前段の出力層と接続される入力線40、増幅器42、出力線44、帰還回路46とからなる。

ここで、増幅率( $A_v$ )と帰還率( $\beta_v$ )は、次式で定義する。

$$A_v = f'(NBT_k) * \sum \delta_k W_{jk} \quad \dots(1)$$

$$\beta_v = W_{jj} / \sum \delta_k W_{jk} \quad \dots(2)$$

$f'(\quad)$ は、シグモイド型バッファ30の出力信号に対する微分特性を持った増幅器42である。次に、 $NBT_k$ は、シグモイド型バッファ30の図示しない、例えば、次段の出力層のニューロ

ンに入力され、前記加算部28に相当する回路の出力信号の値であり、 $\delta_k$ は、例えば、出力層のニューロンのシナプス結合を更新するために用意される負帰還増幅器の出力信号の値である。さらに、 $W_{jk}$ はシグモイド型バッファ30の、例えば、図示しない入力層のニューロンとの結合係数を示し、また、 $W_{jj}$ は、荷重乗算部20のような、帰還系を介する情報信号に係る結合係数である。

第3図は、本実施例におけるニューラルネットの模式図である。この例では3層構造とされ、図示しない前段の出力層と入力線52、54が接続されるi層/j層/k層を備えている。そしてi層/j層/k層には夫々2個、2個、1個のニューロン56i、58i/62j、64j/66kを有している。ここでi層のニューロン56i、58iは、j層への単純な分配器として作用している。入力線52、54に供給された時系列情報信号 $S_{11}$ 、 $S_{12}$ は、例えば、j層のニューロン62jについて示すと、シナプス結合68aでシナプス荷重倍

され、合計量としてニューロン62jへ入力される。そして、現在のニューロン62jの出力信号は帰還系68bを介して、次に入力される時系列情報信号 $S_{11}$ に影響を与える。ニューロン64jも同様な機能および構成を有している。

このようにして得られた出力層であるk層のニューロン66kからは出力線70を介して出力信号 $S_{13}$ が導出され、その値が、このネットワークの認識結果と見なされる。ところが、出力信号 $S_{13}$ の値と教師情報信号送出手段68から送出される期待値信号 $S_{11}$ の値との間に誤差があれば、その誤差を小さくするために、出力層から入力層に向かってシナプス荷重の大きさが、第1図および第2図に示したような、負帰還増幅部の出力分だけ加算される。なお出力層については、その次の層は存在しないので式(1)において、 $\sum \delta_k W_{jk}$ は、通常のバックプロパゲーションと同様に、期待値信号の値ー出力信号値とおく。また、式(2)において出力層については、帰還系は設けないので、 $W_{jj} = 0$ となる。この

ような動作を繰り返すことによって、出力時系列情報信号  $S_{22}$  の値は、期待値信号  $S_{21}$  の値に漸近していく。

なお、当該実施例においては  $i$  層 /  $j$  層 /  $k$  層とし、夫々 2 個、2 個、1 個のニューロン  $56i$ 、 $58i/62j$ 、 $64j/66k$  を配設したがこれに限定されない、すなわち、各層のニューロンの数は、使用する目的によって、任意に定められる。

#### [発明の効果]

以上のように、本発明によれば、ニューラルネットワーク中において、各ニューロンに自己帰還系が形成され、過去の時系列情報信号の帰還にかかる重みと現在の時系列情報信号にかかる重みの配分が負帰還増幅器により与えられて、学習且つ蓄積が行われることにより、全時系列情報信号によって、例えば、教師情報信号の値等の所望の値に漸近する、すなわち、1つの認識パターンが自発的に形成されるようになる。

これにより、動的なパターン認識に代表されるランダム問題が人間のアナログ信号処理に係る思考過程と近似して処理可能となり、例えば、連続的音声認識装置、移動物体の識別装置等にご利用出来る効果を奏する。

以上、本発明について好適な実施態様を挙げて説明したが、本発明はこの実施態様に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の改良並びに設計の変更が可能なることは勿論である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る時系列情報信号の学習制御装置の一実施例を示す構成図、

第2図は、第1図に示される例において、情報処理要素の負帰還増幅器の機能構成を示すブロック図、

第3図は、第1図に示される時系列情報信号の学習制御装置の動作説明に供されるニューラルネットの模式図である。

12、14…入力線

16、18、20…荷重乗算部

24、26…負帰還増幅器 28…加算部

30…シグモイド型バッファ

32a~32e…伝達線 42…増幅器

46…帰還回路 52、54…入力線

56i、58i、62j、64j、66k…ニューロン

68…教師情報信号送出手段

$S_{10}$ 、 $S_{11}$ 、 $S_{102}$ 、 $S_{112}$ …情報信号

$S_{12}$ …出力信号

$S_{21}$ 、 $S_{212}$ 、 $S_{22}$ 、 $S_{222}$ …時系列情報信号

$S_{23}$ …出力時系列情報信号

$S_{24}$ …期待値信号

特許出願人

日本無線株式会社

出願人代理人

弁理士 千葉

FIG.1

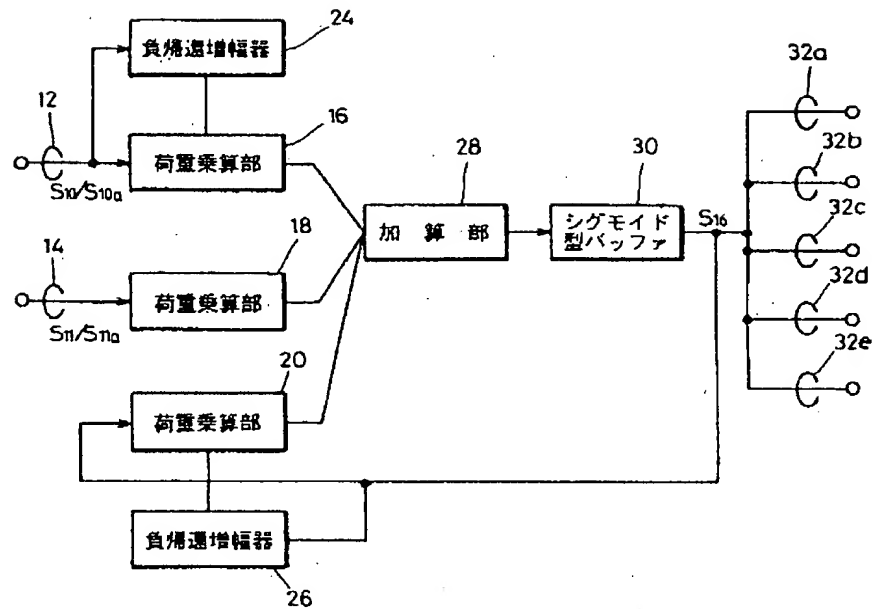


FIG.2

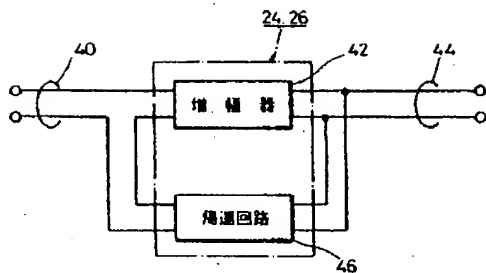


FIG.3

